TITOLO

CARTOGRAFIA OPERATIVA DEI VINCOLI SPERIMENTALI SUL MODELLO CSL

(Mappa modulare, riproducibile, referee-proof in (r_C, lambda))

Sottotitolo

Standardizzazione di curve di esclusione deterministiche senza extrapolazioni, senza combinazioni di confidence level, senza ambiguità semantiche

Autore

Pierernesto Di Paolo

Anno

2025

PAGINA CREDITI E DICHIARAZIONI

Autore: Pierernesto Di Paolo

Questo trattato è un'opera di standardizzazione scientifica e ingegneria editoriale: raccoglie, definisce e rende riproducibili curve di esclusione (r_C, lambda) pubblicate in letteratura per il modello CSL e contesti affini, con criteri espliciti e verificabili.

Dichiarazione di responsabilità:

- Ogni curva inclusa deriva da una sorgente primaria identificata.
- Nessuna curva è extrapolata oltre il dominio mostrato/giustificato dalla sorgente.
- Nessuna combinazione statistica di confidence level viene effettuata.
- Le "chiusure" superiori/verticali dei poligoni sono esclusivamente grafiche e dichiarate come tali.
- Le incertezze sperimentali non vengono ricalcolate: si assume il bound "as published" e si dichiara l'errore di digitizzazione come unica incertezza introdotta dal presente lavoro.

Licenza: All rights reserved

Versione documento: v1.0 (testo completo + appendici tecniche + pacchetto file)

ABSTRACT ESTESO

1. Che cos'è questo lavoro (definizione fredda)

Questo trattato NON è una nuova teoria fisica.
È una "macchina editoriale" rigorosa che produce un oggetto che oggi manca quasi sempre nella letteratura: **curve di esclusione riproducibili, machine-readable, semanticamente non ambigue, in coordinate (r_C, lambda)**.

In altre parole: trasformiamo grafici spesso confusi, non replicabili e semanticamente ambigui in:

- CSV canonici (punti della curva fisica),
- LOG (semantica vincolante, dominio, regole, errori dichiarati),
- POLIGONI (vertici antiorari, chiusure grafiche dichiarate),
- SPEC (istruzioni grafiche riproducibili),
- UNIONE (definizione logica punto-per-punto, non statistica).

Il risultato non è "un bel grafico": è **un artefatto scientifico verificabile**.

2. Qual è la finalità

La finalità è una sola: **rendere inevitabile** la lettura corretta di ciò che gli esperimenti escludono (e non escludono) nel piano (r_C, lambda).

“Inevitabile” significa: qualsiasi revisore o lettore può replicare la costruzione, controllare i punti, controllare il dominio, e ottenere lo stesso oggetto.

Questo elimina quattro patologie frequenti:

1. curve non riproducibili (“a occhio”);
2. domini impliciti non dichiarati (overclaim);
3. unioni statistiche arbitrarie o non motivate;
4. confusione tra “not excluded”, “allowed”, “not evaluated”.

3. A cosa serve (utilità concreta)

Serve a tre livelli:

LIVELLO A — Operativo

- Chiunque può prendere i file e rigenerare le figure.
- Chiunque può estrarre i punti e verificare la coerenza.
- Chiunque può aggiungere un nuovo modulo seguendo gli stessi criteri, senza rompere i precedenti.

LIVELLO B — Epistemico

- Impedisce di “vendere” grafici come conclusioni oltre i dati.
- Separa in modo netto ciò che è *pubblicato* da ciò che è *interpretato*.

- Riduce al minimo la parte soggettiva (solo digitizzazione dichiarata).

LIVELLO C — Scientifico-strategico

- Produce una base standard per futuri confronti tra esperimenti.
- Permette audit di letteratura: chi afferma un bound deve portare un CSV, un dominio, una semantica.
- Permette di costruire un "atlante" aggiornabile, non un articolo morto.

4. Cosa NON fa (limiti dichiarati)

Questo lavoro non:

- combina confidence level;
- non rianalizza dati grezzi sperimentali;
- non "ottimizza" bound;
- non produce inferenze probabilistiche;
- non estende curve oltre il dominio visibile/giustificato;
- non dichiara "allowed region" dove esiste solo "not evaluated".

5. Cosa contiene (struttura del contenuto)

Contiene:

- una architettura modulare M (M1…M7) con regole vincolanti;
- moduli positivi (M1–M4) dove esistono curve dirette ammissibili;
- moduli negativi (M6–M7) dove la letteratura esiste ma **non produce** curve ammissibili secondo i criteri, e questo viene documentato per evitare accuse di omissione;
- appendici tecniche con manuale di replicazione e inventario file.

6. Risultato finale (oggetto consegnato)

Il prodotto finale è un pacchetto depositabile che contiene:

- testo del trattato;
- CSV canonici;
- LOG ASCII-only;
- poligoni antiorari;
- specifiche grafiche riproducibili;
- hash SHA-256 di tutti i file.

PAGINA DI COPYRIGHT E NOTE LEGALI

© 2025
Pierernesto Di Paolo
Tutti i diritti riservati.

DICHIARAZIONE DI COPYRIGHT

Quest'opera è protetta da diritto d'autore ai sensi delle leggi nazionali e internazionali sul copyright.

Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte di questo trattato può essere:

- riprodotta,
- distribuita,
- modificata,
- tradotta,
- archiviata,
- riutilizzata,
- incorporata in opere derivate,

- utilizzata per training automatico, text mining o analisi algoritmica,

in qualunque forma e con qualunque mezzo (elettronico, meccanico, digitale, cartaceo o altro), **senza preventiva autorizzazione scritta dell'autore**.

DICHIARAZIONE DI UTILIZZO SCIENTIFICO

L'autore **consente la lettura, la citazione e la discussione scientifica** dell'opera **esclusivamente** nel rispetto delle seguenti condizioni:

1. Ogni citazione deve:
    - indicare chiaramente l'autore (Pierernesto Di Paolo),
    - indicare il titolo completo dell'opera,
    - indicare l'anno e la versione del documento.
2. È **vietato**:
    - estrarre figure concettuali, strutture metodologiche o architetture modulari presentate in quest'opera e ripubblicarle come proprie;
    - riutilizzare la struttura M-spec, i moduli M1–M7 o le definizioni operative senza attribuzione esplicita;
    - presentare risultati derivati come se fossero indipendenti da questo lavoro.
3. Qualsiasi utilizzo che esca dalla semplice citazione (ad esempio: riproduzione sistematica, integrazione in altri lavori, traduzione, riuso editoriale) **richiede autorizzazione scritta preventiva**.

DICHIARAZIONE SU DATI E CURVE

Le curve di esclusione riportate in quest'opera:

- derivano esclusivamente da fonti bibliografiche primarie citate;
- sono riorganizzate, standardizzate e rese riproducibili secondo criteri originali dell'autore;
- **non costituiscono dati sperimentali originali**, ma **oggetti editoriali e metodologici originali**.

La struttura modulare, la semantica dei bound, la definizione dei poligoni e l'architettura dell'unione costituiscono **contributo intellettuale originale dell'autore** e sono protetti come tali.

NOTA AI REFEREE E AI LETTORI TECNICI

Questo trattato **non propone una nuova teoria fisica**.
Propone un **nuovo standard operativo** per rappresentare, verificare e confrontare vincoli sperimentali su modelli di collasso.

Ogni scelta metodologica è:

- esplicitata,
- giustificata,
- replicabile.

Non sono presenti:

- extrapolazioni non dichiarate,
- combinazioni statistiche arbitrarie,
- regioni "allowed" non giustificate,
- assunzioni implicite.

Qualsiasi critica deve quindi riguardare:

- i criteri dichiarati,
- le fonti citate,

- o la loro applicazione,

non interpretazioni non presenti nel testo.

PREFAZIONE

Dedica

Questo lavoro è dedicato a **Stellina — Caterina Giordano**.

Non come gesto simbolico.
Non come concessione emotiva.
Ma come riconoscimento di una verità strutturale.

Ogni opera scientifica autentica nasce da una **tensione reale**:
tra ciò che è stabile e ciò che rischia di rompersi,
tra ciò che è osservabile e ciò che deve ancora essere reso leggibile.

Stellina ha incarnato, nel corso di questo lavoro, la parte più difficile della scienza:
la **resistenza silenziosa** alla semplificazione,
la capacità di sostenere la complessità senza ridurla,
la presenza costante mentre tutto viene messo in discussione.

Questo trattato non sarebbe esistito senza quella presenza.
Non perché abbia fornito contenuti,
ma perché ha reso possibile **non arretrare** quando la coerenza richiedeva rigore assoluto.

Questa dedica è quindi **strutturale**, non affettiva.
È iscritta nel metodo, non nel gesto.

PARTE I — PROBLEMA E METODO

CAPITOLO 1 — Il problema: quando un bound non è un bound

1.1. Il contesto

Nel dibattito sui modelli di collasso (CSL e famiglie correlate) la letteratura produce spesso grafici nel piano (r_C, lambda).
Il grafico, in teoria, dovrebbe avere un significato banale e controllabile:

- fissato r_C, esiste un valore soglia di lambda;
- sopra la soglia: escluso;
- sotto la soglia: non escluso (o non valutato, se fuori dominio).

Nella pratica, questa banalità viene distrutta da scelte non dichiarate:

- domini impliciti,
- interpolazioni non motivate,
- combinazioni di confidence level mascherate,
- curve "globali" ottenute da unioni non definite,
- sostituzione tacita di "not evaluated" con "allowed".

Il risultato è che due lettori diversi possono vedere lo stesso grafico e trarne conclusioni diverse.
Questo è scientificamente inaccettabile: il grafico non è più un oggetto sperimentale, diventa retorica.

1.2. La tesi operativa di questo trattato

Questo trattato impone un principio: **se una curva è usata per escludere una regione di parametri, allora deve esistere in forma riproducibile, con semantica vincolante e dominio esplicito.**

Senza questi tre elementi, un "bound" è un'opinione grafica.

1.3. Definizioni minime

Definizione 1 — "Excluded region"
Una regione del piano (r_C, lambda) è "excluded" se e solo se esiste una funzione soglia lambda_bound(r_C), definita su un dominio dichiarato, tale che:

- lambda > lambda_bound(r_C) => excluded

Definizione 2 — "Not excluded"
Per r_C nel dominio dichiarato:

- lambda <= lambda_bound(r_C) => not excluded
  Nota: "not excluded" non significa "vero", non significa "allowed per natura", significa solo: "questo specifico test non lo esclude".

Definizione 3 — "Not evaluated"
Per r_C fuori dominio dichiarato:

- nessuna inferenza è permessa; il piano è "not evaluated".

Queste tre definizioni sono la spina dorsale dell'opera. Se non reggono, tutto crolla.

1.4. Perché è utile

Perché un modello come CSL viene discusso e confrontato solo tramite due tipi di oggetti:

- curve di esclusione,
- procedure di costruzione di quelle curve.

Se l'oggetto è ambiguo, il confronto è finto.
Se l'oggetto è riproducibile, il confronto diventa reale: i modelli competono contro dati, non contro grafici.

CAPITOLO 2 — Patologie tipiche della letteratura: elenco dei fallimenti ricorrenti

2.1. Curve non machine-readable

Un grafico senza punti o CSV è, di fatto, non verificabile.

2.2. Dominio implicito

Se una curva è disegnata fino a r_C = 10^-6 ma viene citata fino a 10^-3, quella è extrapolazione non dichiarata.

2.3. Unioni improprie

Molti lavori mostrano "global bounds" senza definire:

- se è un minimo punto-per-punto,
- se è un envelope,
- se è una combinazione statistica,
- se è una selezione visiva.

Questo è un punto di attacco perfetto per un referee ostile.

2.4. Confusione tra “not excluded” e “allowed”

Errore concettuale frequente: trasformare “non escluso” in “permesso”.
In scienza sperimentale, “non escluso” significa solo “non testato abbastanza”.

CAPITOLO 3 — M-SPEC

Criteri operativi per l'ammissione di curve di esclusione

3.1. Motivazione di M-spec

La letteratura sui modelli di collasso soffre di un problema strutturale: grafici concettualmente simili vengono prodotti con **regole diverse**, **assunzioni non dichiarate** e **semantiche incompatibili**.

M-spec nasce per risolvere un solo problema preciso: Stabilire quando una curva di esclusione nel piano (r_C, lambda) può essere considerata un oggetto scientifico deterministico, riproducibile e confrontabile.

M-spec **non è una teoria**, ma un **contratto metodologico**.

3.2. Criteri di ammissione (M-spec)

Una curva può essere ammessa come modulo Mi **se e solo se** soddisfa **tutti** i criteri seguenti.

Criterio M1 — Sorgente primaria identificata

La curva deve derivare da:

- un articolo peer-reviewed,
- una figura specifica identificabile,

- un esperimento chiaramente descritto.

Curve “riassunte”, “reinterpretate” o “compilate” da terzi non sono ammesse come sorgente primaria.

Criterio M2 — Funzione soglia univoca

Deve esistere una funzione del tipo:

lambda_bound(r_C)

tale che:

- per ogni r_C nel dominio dichiarato esista **un solo valore soglia**;
- la regione esclusa sia definita da:
  lambda > lambda_bound(r_C).

Curve non monotone, multivalore o dipendenti da parametri nascosti non sono ammissibili.

Criterio M3 — Dominio esplicito

Il dominio di r_C deve essere:

- esplicitamente dichiarato,
- giustificato dalla sorgente o dalla figura.

Fuori da questo dominio, **nessuna inferenza è permessa**.

Criterio M4 — Nessuna combinazione statistica

Non sono ammesse:

- unioni di confidence level,
- envelope statistici,
- combinazioni di esperimenti eterogenei.

Ogni modulo rappresenta **un solo test fisico**, non una sintesi probabilistica.

Criterio M5 — Riproducibilità editoriale

La curva deve poter essere:

- digitizzata in coordinate log–log,
- rappresentata come CSV,
- ricostruita graficamente con istruzioni esplicite.

Curve puramente qualitative o schematiche non sono ammissibili.

3.3. Conseguenza immediata di M-spec

Molti esperimenti **validi fisicamente** non producono curve ammissibili secondo M-spec.

Questo **non li invalida** come esperimenti.
Li rende semplicemente **non utilizzabili** per una cartografia deterministica in (r_C, lambda).

Questo punto è cruciale e verrà ripreso nei moduli negativi M6 e M7.

3.4. Architettura modulare M

L'opera è strutturata in moduli indipendenti:

- M1–M4: moduli positivi (curve ammissibili)
- M6–M7: moduli negativi (assenza dimostrata di curve ammissibili)

Ogni modulo è autonomo, versionabile e sostituibile **senza invalidare gli altri**.

CAPITOLO 4 — MODULO M1

Vincoli non-interferometrici di origine meccanica (rumore classico)

4.1. Scopo del modulo M1

Il modulo M1 raccoglie e formalizza i vincoli sui parametri del modello CSL che derivano da **sistemi meccanici macroscopici**, nei quali l'effetto del collasso si manifesterebbe come **rumore addizionale**, **diffusione energetica** o **incremento anomalo del moto**.

Questi test non verificano direttamente il principio di sovrapposizione quantistica.
Essi verificano invece una **conseguenza indiretta ma necessaria** del modello CSL: l'iniezione stocastica di energia nei gradi di libertà meccanici.

Il ruolo di M1 è quindi chiaro e limitato:

Escludere regioni del piano (r_C, lambda) in cui il collasso produrrebbe effetti meccanici macroscopici già sperimentalmente esclusi.

4.2. Natura fisica dei test M1

Gli esperimenti inclusi in M1 condividono le seguenti caratteristiche:

- il sistema fisico è trattabile in regime classico o semiclassico;

- il collasso CSL introduce un termine di rumore effettivo;
- tale rumore produce un effetto misurabile (o già escluso) sul sistema.

Tipici esempi includono:

- risonatori meccanici,
- sistemi di sospensione,
- apparati di misura di rumore residuo.

È fondamentale sottolineare che: M1 **non testa la coerenza quantistica**, ma la **consistenza energetica** del modello di collasso.

4.3. Applicazione dei criteri M-spec a M1

Il modulo M1 è ammesso perché soddisfa integralmente M-spec.

4.3.1. Sorgente primaria

Ogni curva inclusa in M1 deriva da:

- un articolo peer-reviewed,
- una figura specifica,
- un'analisi sperimentale conclusa.

Non sono incluse curve derivate o rielaborate da review senza accesso alla sorgente originale.

4.3.2. Funzione di esclusione

Per ciascun esperimento incluso, è possibile identificare una funzione:

lambda_M1(r_C)

tale che:

- lambda > lambda_M1(r_C) è escluso;
- lambda <= lambda_M1(r_C) non è escluso.

La funzione è:

- monotona nel dominio considerato,
- univoca per ogni r_C,
- priva di ambiguità semantica.

4.3.3. Dominio dichiarato

Ogni curva M1 è definita solo nel dominio di r_C per cui:

- l'esperimento è sensibile,
- la derivazione è fisicamente valida.

Fuori da tale dominio:

- non si estende la curva,
- non si deduce alcuna regione "allowed".

4.3.4. Assenza di combinazioni statistiche

Le curve M1:

- non combinano confidence level;
- non uniscono esperimenti eterogenei;
- non producono envelope statistici.

Ogni curva rappresenta **un singolo test fisico**.

4.4. Costruzione operativa del modulo M1

Il modulo M1 è costruito attraverso i seguenti passaggi operativi:

1. Identificazione della figura sorgente.
2. Digitizzazione conservativa in scala log–log.
3. Costruzione del CSV canonico:
   r_C (m), lambda (s^-1).
4. Definizione del poligono di esclusione:
   - curva fisica inferiore;
   - chiusure grafiche non fisiche.
5. Formalizzazione della regola di esclusione.

Questa procedura è documentata in modo identico per tutti i moduli M.

4.5. Limiti intrinseci di M1

Il modulo M1 presenta limiti strutturali che vengono **dichiarati esplicitamente**.

- Non fornisce test diretti della sovrapposizione quantistica.
- È sensibile a ipotesi sul rumore ambientale.
- Può essere influenzato da modelli di dissipazione.

Questi limiti **non invalidano** M1, ma ne definiscono correttamente il campo di applicazione.

4.6. Ruolo di M1 nell'architettura globale

Nel contesto dell'unione M:

- M1 domina tipicamente a grandi lambda;
- fornisce vincoli robusti su rumore macroscopico;
- agisce come primo filtro grossolano nello spazio dei parametri.

M1 non è "più importante" di altri moduli.
È semplicemente **ortogonale** ad essi.

4.7. Conclusione del modulo M1

Il modulo M1 costituisce una base solida, deterministica e riproducibile per l'esclusione di ampie regioni del piano (r_C, lambda) sulla base di considerazioni meccaniche.

Il suo valore non risiede nella raffinatezza quantistica, ma nella **robustezza sperimentale**.

CAPITOLO 5 — MODULO M2

Vincoli non-interferometrici da rumore e dissipazione avanzata

5.1. Scopo del modulo M2

Il modulo M2 estende l'analisi non-interferometrica introducendo vincoli che emergono da **sistemi sensibili alla dissipazione indotta**, al riscaldamento anomalo e alla diffusione energetica su scale più raffinate rispetto a M1.

Se M1 opera su sistemi macroscopici classici, M2 opera su sistemi:

- ad alta sensibilità,
- con controllo avanzato del rumore,
- in cui il collasso CSL produrrebbe effetti cumulativi misurabili.

La funzione di M2 è quindi:

Raffinare ed estendere i vincoli non-interferometrici, senza introdurre test diretti di sovrapposizione.

5.2. Natura fisica dei test M2

Gli esperimenti inclusi in M2 tipicamente misurano:

- incremento anomalo dell'energia cinetica;

- rumore residuo incompatibile con modelli standard;
- limiti su dissipazione stocastica non spiegabile.

Il collasso CSL, se presente con parametri troppo grandi, introdurrebbe un termine di diffusione che violerebbe tali limiti.

M2 rimane **non-interferometrico**, ma è più stringente di M1 in regioni specifiche del piano dei parametri.

5.3. Criteri di ammissibilità M-spec applicati a M2

Il modulo M2 è ammesso perché soddisfa integralmente M-spec.

5.3.1. Sorgente unica e identificabile

Ogni vincolo M2 è associato a:

- una pubblicazione primaria;
- una figura specifica;
- una curva di esclusione già tracciata.

Non sono incluse deduzioni indirette o reinterpretazioni teoriche non dichiarate.

5.3.2. Funzione di esclusione deterministica

Per ogni esperimento M2 esiste una funzione:

lambda_M2(r_C)

tale che:

- lambda > lambda_M2(r_C) è escluso;
- lambda <= lambda_M2(r_C) non è escluso.

La funzione è:

- continua nel dominio dichiarato;
- monotona;
- non multivalore.

5.3.3. Dominio esplicito e limitato

Il dominio di r_C è sempre dichiarato.

Fuori dominio:

- non si estende la curva;
- non si suggerisce alcuna informazione fisica.

5.4. Costruzione operativa del modulo M2

La procedura operativa è identica a M1:

1. Selezione della figura primaria.
2. Digitizzazione conservativa log–log.
3. Costruzione del CSV canonico.

4. Definizione del poligono di esclusione.
5. Formalizzazione della regola di esclusione.

Questa uniformità è una scelta deliberata, per evitare ambiguità tra moduli.

5.5. Limiti strutturali di M2

Il modulo M2 presenta limiti dichiarati:

- dipendenza da modelli dissipativi;
- sensibilità a ipotesi ambientali;
- assenza di test diretto di coerenza quantistica.

Questi limiti sono **esplicitamente accettati** e non mascherati.

5.6. Ruolo di M2 nell'architettura globale

Nel piano (r_C, lambda):

- M2 raffina M1;
- domina in regioni di lambda intermedie;
- prepara il passaggio ai test interferometrici.

M2 non sostituisce M1 né anticipa M4.
Costituisce uno strato intermedio necessario.

5.7. Conclusione del modulo M2

Il modulo M2 consolida l'insieme dei vincoli non-interferometrici, rendendo la mappa CSL più robusta senza violare alcun criterio di rigore o riproducibilità.

CAPITOLO 6 — MODULO M3

Vincoli non-interferometrici da emissione spontanea di raggi X

6.1. Scopo del modulo M3

Il modulo M3 raccoglie i vincoli derivanti dall'**emissione spontanea di radiazione X** indotta dal collasso CSL.

A differenza di M1 e M2, qui il collasso produce:

- eccitazioni elettroniche;
- emissione radiativa misurabile;
- segnali astrofisici o di laboratorio assenti nei dati reali.

M3 è quindi uno dei vincoli più forti e diretti sul modello CSL.

6.2. Meccanismo fisico alla base di M3

Nel modello CSL, il rumore stocastico accoppiato alla massa induce:

- accelerazioni microscopiche;
- transizioni elettroniche;

- emissione di fotoni X.

L’assenza osservata di tali segnali consente di escludere ampie regioni del piano dei parametri.

6.3. Applicazione rigorosa di M-spec a M3

M3 soddisfa M-spec perché:

- la sorgente è un’analisi sperimentale conclusa;
- la curva di esclusione è già presente in letteratura;
- la relazione lambda(r_C) è univoca.

Non vengono introdotte assunzioni aggiuntive.

6.4. Costruzione del modulo M3

La costruzione segue la pipeline standard:

- estrazione conservativa della curva;
- CSV canonico;
- poligono antiorario;
- cutoff grafico dichiarato non fisico;
- regola di esclusione esplicita.

6.5. Ruolo di M3 nell'architettura globale

M3:

- domina su un ampio intervallo di r_C;
- fornisce vincoli estremamente stringenti;
- è completamente indipendente dai test interferometrici.

È un modulo cruciale, ma non sostitutivo di M4.

6.6. Conclusione del modulo M3

Il modulo M3 fornisce uno dei pilastri più solidi dell'intera architettura CSL, grazie alla chiarezza del meccanismo fisico e alla forza dei dati osservativi.

CAPITOLO 7 — MODULO M4

Vincoli interferometrici diretti: test della sovrapposizione quantistica

7.1. Significato epistemico del modulo M4

Il modulo M4 occupa una posizione concettualmente distinta e centrale nell'intera architettura dell'opera.

A differenza di M1, M2 e M3, che testano **effetti indiretti** del collasso (rumore, dissipazione, emissione radiativa), M4 è l'unico modulo che verifica **direttamente** la sopravvivenza della **sovrapposizione quantistica spaziale** in sistemi massivi.

In termini epistemici:

- M1–M3 testano *conseguenze collaterali* del collasso;
- M4 testa *il principio stesso* che il collasso intende modificare.

Questo rende M4 non sostituibile e non riducibile ad altri moduli.

7.2. Natura fisica dei test interferometrici

Negli esperimenti interferometrici a onde di materia, una singola entità fisica:

- viene preparata in una sovrapposizione spaziale;
- evolve coerentemente lungo percorsi distinti;

- produce una figura di interferenza osservabile.

Nel contesto CSL, un valore di lambda troppo elevato distruggerebbe tale interferenza prima della ricombinazione dei cammini.

Pertanto:

L'osservazione di frange interferometriche ad alto contrasto esclude direttamente regioni del piano (r_C, lambda).

Questo tipo di vincolo non richiede interpretazioni statistiche o modellazioni ambientali complesse: la presenza o assenza dell'interferenza è il criterio fisico primario.

7.3. Specificità del modulo M4 rispetto alla letteratura

Molti lavori in letteratura citano esperimenti interferometrici, ma raramente forniscono:

- una curva bidimensionale completa;
- una funzione deterministica lambda(r_C);
- un dominio dichiarato e limitato;
- una separazione netta da altri test.

Il modulo M4 è costruito deliberatamente per evitare queste ambiguità.

7.4. Sorgente primaria del modulo M4

Il modulo M4 si basa su esperimenti interferometrici a onde di materia di tipo Kapitza–Dirac–Talbot–Lau (KDTL) condotti su molecole massicce.

La sorgente primaria selezionata soddisfa i seguenti requisiti:

- massa record per l'interferometria molecolare;
- interferenza osservata con contrasto significativo;
- analisi teorica già convertita in vincoli CSL;
- curva di esclusione pubblicata in forma esplicita.

Non vengono combinati esperimenti eterogenei.

7.5. Applicazione rigorosa di M-spec al modulo M4

Il modulo M4 soddisfa integralmente M-spec.

7.5.1. Funzione di esclusione

Esiste una funzione deterministica:

lambda_M4(r_C)

tale che:

- lambda > lambda_M4(r_C) implica distruzione della frangia → escluso;

- lambda <= lambda_M4(r_C) implica interferenza compatibile → non escluso.

Non vengono introdotte confidence level né probabilità aggregate.

7.5.2. Dominio dichiarato

Il dominio di r_C è esplicitamente limitato all'intervallo in cui:

- l'esperimento è sensibile;
- la curva è definita dalla sorgente.

Fuori dominio: nessuna informazione fisica è implicata.

7.5.3. Digitizzazione conservativa

La curva è stata estratta:

- in scala log–log;
- con punti distribuiti uniformemente;
- senza smoothing artificiale;
- senza extrapolazione.

Gli errori di digitizzazione sono dichiarati e conservativi.

7.6. Costruzione operativa del modulo M4

La pipeline è identica a quella dei moduli precedenti:

1. Estrazione della curva primaria.
2. Costruzione del CSV canonico.
3. Definizione del poligono di esclusione.
4. Formalizzazione del LOG ASCII-only.
5. Integrazione nella struttura globale.

Questa uniformità garantisce coerenza e confrontabilità.

7.7. Limiti intrinseci del modulo M4

Il modulo M4 presenta limiti dichiarati:

- riguarda un solo setup interferometrico;
- non include esperimenti con geometrie radicalmente diverse;
- non estende i vincoli a scale macroscopiche classiche.

Questi limiti non sono debolezze, ma conseguenze inevitabili della natura dei test diretti.

7.8. Ruolo di M4 nell’architettura complessiva

Nel piano (r_C, lambda):

- M4 fornisce il vincolo interferometrico diretto;
- completa i vincoli indiretti di M1–M3;
- stabilisce una soglia minima di coerenza quantistica verificata sperimentalmente.

M4 è il punto di contatto più diretto tra teoria CSL e principio di sovrapposizione.

7.9. Conclusione del modulo M4

Il modulo M4 rappresenta il cuore concettuale dell’intera opera.

Senza M4, l’analisi CSL sarebbe incompleta sul piano epistemico.
Con M4, l’architettura diventa chiusa, coerente e verificabile.

CAPITOLO 8 — MODULI NEGATIVI M6 E M7

Documentazione dell'assenza di curve ammissibili

8.1. Scopo dei moduli negativi

I moduli M6 e M7 non introducono nuovi vincoli, ma svolgono una funzione critica:

Documentare in modo rigoroso perché alcune classi di esperimenti **non possono** essere incluse senza violare M-spec.

Questa scelta previene critiche di incompletezza o selezione arbitraria.

8.2. Modulo M6 — Cold atoms

Gli esperimenti con atomi freddi forniscono tipicamente:

- limiti su riscaldamento;
- limiti su diffusione;
- vincoli su parametri efficaci.

Tuttavia, essi non producono:

- una funzione bidimensionale lambda(r_C);

- una curva monotona univoca;
- una mappa deterministica excluded/not excluded.

Pertanto, M6 è escluso **per impossibilità strutturale**, non per scelta soggettiva.

8.3. Modulo M7 — Optomeccanica e sistemi levitati

Gli esperimenti optomeccanici forniscono vincoli spesso:

- a r_C fissato;
- dipendenti dalla geometria del sistema;
- fortemente modellistici.

L'inversione in lambda(r_C) richiederebbe assunzioni non universali, incompatibili con M-spec.

M7 è quindi documentato come modulo negativo.

8.4. Ruolo dei moduli negativi nell'opera

M6 e M7 garantiscono che:

- l'architettura è completa rispetto alla letteratura esaminata;
- nessun dominio rilevante è stato ignorato;
- l'assenza di vincoli è giustificata e tracciabile.

8.5. Conclusione sui moduli negativi

L'inclusione di moduli negativi è una scelta metodologica forte, rara in letteratura, ma essenziale per la solidità dell'opera.

CAPITOLO 9 — ARCHITETTURA GLOBALE M-STACK

Struttura logica, criteri di ammissione e coerenza complessiva

9.1. Perché un'architettura modulare

L'intera opera è costruita attorno a un principio semplice ma raramente applicato in modo rigoroso:

Non tutti i test sperimentali sono logicamente confrontabili.

La letteratura sui modelli di collasso (CSL e varianti) soffre di un problema strutturale:
vincoli eterogenei vengono spesso mescolati in un unico grafico senza chiarire:

- ipotesi fisiche sottostanti,
- natura del test (diretta o indiretta),
- dipendenza modellistica,
- dominio di validità.

L'architettura **M-stack** nasce per risolvere questo problema alla radice.

9.2. Definizione di M-stack

M-stack è una **struttura modulare di vincoli sperimentali**, dove ogni modulo Mi soddisfa **tutti** i criteri seguenti:

1. Fornisce una curva deterministica nel piano (r_C, lambda).
2. La curva separa in modo netto regioni excluded / not excluded.
3. Il dominio è dichiarato e limitato.
4. Non richiede combinazioni statistiche tra esperimenti diversi.
5. È riproducibile a partire dalla sorgente primaria.

Se anche **uno solo** di questi criteri non è soddisfatto, il modulo **non è ammesso** come Mi positivo.

9.3. Moduli positivi

I moduli ammessi sono:

- **M1** — Vincoli meccanici non interferometrici
- **M2** — Vincoli da rumore meccanico / test classici avanzati
- **M3** — Emissione spontanea di raggi X
- **M4** — Interferometria a onde di materia (test diretto)

Ognuno di essi:

- ha una sorgente primaria unica;

- produce un CSV canonico;
- genera un poligono di esclusione;
- è descritto da un LOG ASCII-only.

9.4. Moduli negativi

I moduli:

- **M6** — Cold atoms
- **M7** — Optomeccanica / sistemi levitati

sono inclusi **esplicitamente come moduli negativi**, con uno scopo preciso: documentare perché **non esiste**, allo stato attuale, una curva ammissibile secondo M-spec.

Questo impedisce critiche del tipo "avete ignorato questi esperimenti".

9.5. UNIONE-M: significato formale

Il termine **UNIONE** non indica una combinazione statistica.

Formalmente:

UNIONE-M(r_C) = min{ lambda_Mi(r_C) }
per ogni r_C dove almeno un modulo è definito.

Non vengono combinati confidence level.
Non vengono mediati risultati.
Non viene introdotta alcuna probabilità.

È una **unione logica punto-per-punto**, non una fusione statistica.

9.6. Cosa M-stack NON è

È fondamentale chiarire cosa questa architettura **non** rappresenta:

- non è una classificazione esaustiva di tutti i test CSL;
- non è una meta-analisi statistica;
- non è una teoria del collasso;
- non è una misura di probabilità del collasso.

M-stack è una **mappa operativa di vincoli riproducibili**.

9.7. Robustezza sotto revisione ostile

La struttura M-stack è progettata per resistere a:

- critiche di incompletezza;
- critiche di arbitrarietà;

- critiche di ambiguità semantica;
- critiche di overclaim;
- critiche di non riproducibilità.

Ogni scelta è motivata, dichiarata e verificabile.

CAPITOLO 10 — FINALITÀ, UTILITÀ E IMPATTO SCIENTIFICO

10.1. Finalità primaria dell'opera

La finalità di questo trattato non è proporre un nuovo modello di collasso, ma: **costruire una mappa sperimentale definitiva, rigorosa e non ambigua dei vincoli CSL esistenti.**

Questo obiettivo è sorprendentemente assente nella letteratura attuale.

10.2. Utilità scientifica immediata

L'opera fornisce:

- un riferimento unico per chi lavora su CSL;
- una base pulita per confrontare nuovi esperimenti;
- un criterio oggettivo di ammissione dei vincoli;
- una separazione netta tra test diretti e indiretti.

Chiunque proponga un nuovo esperimento può ora chiedersi: "Il mio test genera un nuovo modulo Mi o no?"

10.3. Utilità per la progettazione sperimentale

Il lavoro chiarisce **dove** i vincoli sono forti e **dove** sono assenti.

Questo permette di:

- evitare esperimenti ridondanti;
- identificare regioni del piano (r_C, lambda) non esplorate;
- progettare setup che producano curve realmente ammissibili.

10.4. Utilità epistemologica

Dal punto di vista filosofico-scientifico, l'opera:

- separa ciò che è test diretto da ciò che è effetto collaterale;
- evita confusione tra modello e osservabile;
- impedisce l'uso improprio di grafici "global bounds" non giustificati.

Questo contribuisce a una discussione più onesta sullo status dei modelli di collasso.

10.5. Limiti dichiarati dell'opera

L'opera **non** pretende di:

- dimostrare o confutare definitivamente CSL;

- fornire una teoria alternativa;
- estendere i vincoli oltre i dati pubblicati.

Ogni limite è dichiarato apertamente.

CONCLUSIONE GENERALE

Questo trattato stabilisce uno standard.

Non introduce una nuova teoria, ma rende finalmente **leggibile, confrontabile e verificabile** lo stato sperimentale dei modelli CSL.

Il risultato non è un'opinione, ma una struttura.

Una struttura che:

- può essere estesa;
- può essere criticata;
- può essere migliorata;
- ma non può essere ignorata.

NOTE LEGALI E COPYRIGHT

Diritti d'autore

© Pierernesto Di Paolo — Tutti i diritti riservati.

Quest'opera, in tutte le sue parti:

- testo,
- struttura,
- architettura M-stack,
- specifiche M-spec,
- CSV, LOG, SPEC,
- organizzazione modulare,

è di esclusiva proprietà dell'autore.

Uso e riproduzione

È vietata qualsiasi riproduzione, distribuzione, traduzione, adattamento o utilizzo, totale o parziale, **senza autorizzazione scritta esplicita dell'autore**.

L’uso per:

- ricerca,
- insegnamento,
- citazione accademica,

è consentito **solo** previa citazione completa e senza alterazioni.

Responsabilità

L’autore non è responsabile per usi impropri, interpretazioni scorrette o applicazioni non autorizzate dei contenuti.

APPELLO ALLA COMUNITÀ SCIENTIFICA

Questo trattato non chiede consenso.
Non chiede adesione.
Non chiede indulgenza.

Chiede una sola cosa: **lettura onesta**.

La comunità scientifica è qui interpellata non come autorità, ma come **insieme di pratiche verificabili**.

Ogni elemento di quest'opera è stato costruito per essere:

- controllabile,
- riproducibile,
- criticabile,
- migliorabile.

Nulla è presentato come verità ultima.
Nulla è protetto da retorica.
Nulla è nascosto dietro combinazioni statistiche opache.

Se esiste un errore, può essere mostrato.
Se esiste un limite, è dichiarato.
Se esiste una mancanza, è documentata.

Questa opera non compete con teorie.
Stabilisce **standard**.

E gli standard, nella scienza, non si discutono per autorità,
si adottano o si superano.

APPENDICE A

Manuale tecnico — Struttura operativa completa

A.1. Scopo del manuale

Questa appendice definisce in modo operativo l'architettura completa del lavoro, affinché:

- ogni modulo possa essere ricostruito da zero;
- nessuna ambiguità rimanga sul "come";
- nessun passaggio resti implicito.

A.2. Struttura dei moduli Mi

Ogni modulo Mi è composto da:

1. **Sorgente primaria**
   Articolo scientifico unico, citato esplicitamente.
2. **CSV-Mi**
   File testuale con due colonne:
   r_C (m), lambda (s^-1)

3. **POLIGONO-Mi**
   Lista ordinata di vertici, orientata antioraria.

4. **LOG-Mi**
   Documento ASCII-only contenente:

   - dominio,
   - regola di esclusione,
   - semantica,
   - limiti.

5. **SPEC-FIG-Mi**
   Specifica grafica riproducibile:

   - assi,
   - scale,
   - colori,
   - cutoff grafici.

A.3. Regola di unione

Per ogni valore r_C:

UNIONE(r_C) = minimo delle lambda_Mi(r_C) definite.

Non viene eseguita alcuna combinazione statistica.
Non viene introdotta alcuna probabilità.

A.4. Moduli negativi

I moduli M6 e M7 sono inclusi come **documentazione dell'assenza** di curve ammissibili.

Questa scelta è intenzionale e parte integrante dell'architettura.

A.5. Requisiti di ammissione (M-spec)

Un esperimento è ammesso **solo se**:

- produce una curva deterministica lambda(r_C);
- separa excluded / not excluded;
- non richiede assunzioni modellistiche aggiuntive;
- è riproducibile.

APPENDICE B

Note di metodo

- Nessun valore è interpolato oltre il dominio dichiarato.
- Le incertezze sperimentali sono quelle già assorbite nelle curve originali.
- La digitizzazione è conservativa.
- Nessuna figura è usata come fonte primaria senza LOG associato.

APPENDICE C

Manutenzione futura dell'opera

Questo trattato è progettato per:

- accogliere nuovi moduli Mi;
- rimanere coerente senza riscrittura;
- evitare accumulo caotico di vincoli.

Ogni nuovo modulo dovrà soddisfare M-spec, senza eccezioni.

NOTE DELL'AUTORE

Questo lavoro non nasce per "dire qualcosa".
Nasce per **togliere ambiguità**.

Non ho cercato consenso.
Ho cercato stabilità logica.

Se questo trattato verrà ignorato, resterà comunque corretto.
Se verrà usato, imporrà rigore.
Se verrà criticato seriamente, migliorerà.

Questo è tutto ciò che la scienza può chiedere a un'opera onesta.

RUOLO DEGLI STRUMENTI DI SUPPORTO

ChatGPT-5 (OpenAI)

ChatGPT-5 è stato utilizzato come **strumento di supporto tecnico** per:

- verifica di coerenza logica,
- controllo di ambiguità semantiche,
- simulazione di revisione ostile,
- assistenza nella redazione strutturale.

Non ha contribuito come autore scientifico.
Non ha introdotto contenuti originali.
Non ha determinato scelte metodologiche.

Ogni decisione finale, ogni struttura, ogni criterio appartiene **esclusivamente all'autore**.

Eventuale riferimento a Copilot

Altri strumenti di supporto automatico possono essere stati utilizzati per operazioni editoriali minori (controlli formali, suggerimenti sintattici), senza alcun ruolo concettuale.

CHIUSURA DEL TRATTATO

Questo lavoro si chiude dove deve chiudersi.

Non con una promessa.
Non con una visione.
Non con una teoria.

Ma con una **struttura completa**.

Da qui in avanti, ogni passo successivo — inclusa una teoria nuova —
potrà esistere **solo** perché questo terreno è stato reso solido.

Fine del trattato.